

## A ESCOLHA DOS ARRANJOS PRODUTIVOS: UM DESAFIO PARA A INDÚSTRIA DE MONTAGEM DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

**Rinaldo César Martins Motta<sup>1</sup>, Juliano Rodrigues<sup>2</sup>, Romária Pinheiro da Silva<sup>3</sup>, José Glenio Medeiros de Barros<sup>4</sup>**

Universidade de Taubaté – UNITAU  
Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional  
Departamento de Economia, Contabilidade e Administração  
Rua Expedicionário Ernesto Pereira, 225 centro Taubaté – SP

[rinaldo.motta@bol.com.br](mailto:rinaldo.motta@bol.com.br)

[juliano\\_geo@hotmail.com](mailto:juliano_geo@hotmail.com)

[romariacai@ig.com.br](mailto:romariacai@ig.com.br)

[glenio.barros@gmail.com](mailto:glenio.barros@gmail.com)

**Resumo** – Diante de um cenário cada vez mais competitivo de economias globalizadas, o setor industrial passa por profundas mudanças, buscando novos caminhos. Diversos aspectos da produção industrial têm sido revistos na procura por oportunidades de melhorias e redução de custos, o que atinge também o segmento de montagem de máquinas e equipamentos. No Brasil, país de dimensões continentais, mais do que nunca distâncias e custos de transporte têm influenciado as decisões sobre onde localizar uma empresa. Esta escolha estratégica interfere diretamente sobre o arranjo físico a ser adotado. A localização e o arranjo produtivo escolhido devem contribuir para a produtividade e redução dos custos de produção, tornando a empresa competitiva. Com o avanço da logística, a tomada de decisão sobre estes fatores determinam a competitividade e sobrevivência de uma empresa diante dos concorrentes. Porém, o sucesso da escolha requer técnica e bom senso. Neste contexto, este trabalho busca evidenciar a relevância estratégica da escolha adequada do tipo de arranjo físico, levando-se em conta variáveis essenciais como custos e quantidade de produção, entre outros fatores.

**Palavras-chave:** localização, arranjo físico, competitividade

**Área do Conhecimento:** III – ENGENHARIAS

### Introdução

Com o aumento da concorrência em escala global, empresas dos mais variados setores têm sido compelidas a apresentarem avanços em seus resultados de desempenho. No Brasil, isto também é verdadeiro, as empresas são forçadas a terem respostas cada vez mais rápidas, diante das exigências de seus clientes, de forma eficiente, flexível, segura e com custos competitivos.

Entre outros setores industriais, o segmento de montagem de máquinas e equipamentos no Brasil tem passado por profundas mudanças. Neste processo, a logística industrial vem ganhando papel de destaque. A localização dessas empresas interfere diretamente na velocidade de distribuição, fazendo com que os produtos cheguem mais rápidos a seu destino. Isto agrega valor ao produto ou serviço entregue ao cliente.

A escolha correta de um modelo de arranjo produtivo se torna então necessário e essencial para o sucesso das empresas do setor, já que estas buscam uma maior eficiência produtiva em função da otimização de seus processos.

Indubitavelmente, tal desafio não recai somente sobre a localização ou a escolha do arranjo produtivo. Porém, ganha cada vez mais importância na medida em que a entrada de novos concorrentes, com arranjos adaptáveis e flexíveis, evidencia melhores caminhos a serem seguidos, principalmente para as empresas nacionais em processo de modernização.

### Análise de localização de uma empresa

Corrêa (2006) afirma que a localização de uma operação afeta a capacidade de uma empresa em competir em relação aos aspectos internos e externos. Para as empresas de manufatura, a localização afeta seus custos diretos, custos de transporte (matérias-primas, componentes, insumos etc), custos da mão-de-obra, custos logísticos, entre outros.

Por sua vez, a localização interfere no atendimento ao cliente, no tempo de transporte dos produtos acabados até o seu destino final e na proximidade com suas fontes de recursos dentro de sua cadeia de suprimentos.

As decisões de localização devem ser avaliadas cuidadosamente, utilizando-se as técnicas apropriadas, para se evitar uma escolha mal sucedida. As escolhas de localização devem ser precedidas de uma análise detalhada, levando-se em conta o maior número possível de variáveis. A decisão tomada ainda deve estar de acordo com a visão que a empresa tem de seu negócio (MARTINS e LAUGENI, 2000).

### Fatores que afetam a localização

Muitos fatores podem afetar a decisão sobre a localização de uma empresa industrial, entre eles pode-se destacar:

- Disponibilidade de mão-de-obra qualificada;
- Proximidade com as fontes de fornecimento;
- Proximidade com mercados consumidores;
- Qualidade de vida e serviços disponíveis aos funcionários;
- Serviços Públicos (água, esgoto, energia, telecomunicações, etc);
- Benefícios fiscais e ajuda financeira;
- Rodovias, Portos, Aeroportos, Ferrovias;
- Legislações, sindicatos mais flexíveis;
- Cultura da região, princípios éticos;
- Localização dos concorrentes e a
- Localização global.

### Definição do arranjo físico

O arranjo físico de uma operação é a maneira segundo a qual se encontram dispostos fisicamente os recursos a serem utilizados no espaço estabelecido para as instalações produtivas (CORRÊA & CORRÊA, 2006).

A Figura 1 ilustra a seqüência lógica a ser seguida por qualquer empresa para o estudo do arranjo físico ou layout a ser estabelecido.

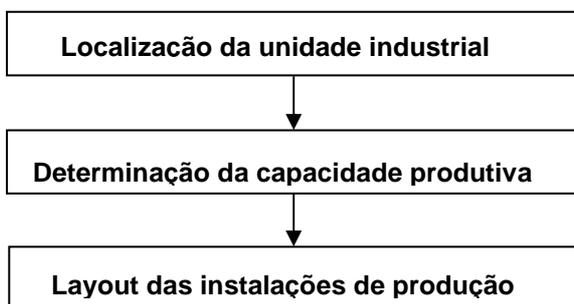


Figura 1 – Seqüência lógica do arranjo físico  
Fonte: adaptado de Martins e Laugeni, 2000.

Definir o arranjo físico significa planejar a localização das máquinas, dos postos de trabalho, das áreas de atendimento ao cliente, das áreas de armazenagem, das áreas de recebimento, dos corredores, dos banheiros, das divisórias, do

posicionamento das linhas produtivas e os fluxos de pessoas, da produção e produtos acabados.

Um arranjo físico bem elaborado pode reduzir ou mesmo eliminar desperdícios de produção, gerando ganhos de produtividade e redução de custos.

Para Ritzman e Krajewski (2007) para projetar um arranjo físico detalhado, necessita determinar um plano satisfatório, do tipo de arranjo, mostrando o tamanho e a forma exatos de cada centro e disposição dos elementos.

Após a decisão de localização da unidade industrial, a determinação de sua capacidade produtiva deve-se iniciar os procedimentos para o desenvolvimento dos arranjos físicos necessários.

Em resumo, o arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. Colocado de forma simples, definir arranjos físico é definir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

### Relevância das decisões sobre o arranjo físico

Slack et.al (1999), cita as razões práticas pelas quais as decisões de arranjo físico são importantes na maioria dos tipos de produção.

→ Arranjo físico é frequentemente uma atividade difícil e de longa duração devido às dimensões físicas dos recursos de transformação envolvidos.

→ O re-arranjo físico de uma operação existente pode interromper seu funcionamento levando a insatisfação do cliente ou a perdas na produção.

→ Se o arranjo físico está errado, pode levar a padrões de fluxo excessivamente longos e confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, tempos de processamento desnecessariamente longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos.

### Tipos de arranjos físicos

Slack, Chambers e Johnston (2002), apresentam cinco diferentes tipos de arranjos físicos, no qual cada um deles tem características bastante específicas e apresentam diferentes potencialidades no desempenho de cada processo.

1. Arranjo Físico de Posição Fixa (Posicional)
2. Arranjo Físico por Processo (Funcional)
3. Arranjo Físico por Produto (Linha)
4. Arranjo Físico Celular
5. Arranjo Físico Combinado

Na escolha pelo arranjo ideal se deve levar em conta o tipo de produto a ser fabricado,

capacidade produtiva da empresa, volume de vendas, plano de expansão, grau de flexibilidade da linha de produção, etc.

### **Arranjo físico de posição fixa (posicional)**

Nesse tipo de arranjo físico o produto permanece fixo, em uma determinada posição, e as máquinas e equipamentos, e demais recursos necessários, são deslocados até o local onde serão executadas as operações. Essa estática da obra ocorre em virtude da inviabilidade ou inconveniência de se fazer a movimentação do produto entre as etapas do processo produtivo, geralmente, em função de suas grandes dimensões.

O produto permanece estacionário fazendo-se com que os recursos se movam e se desloquem até ele. Exemplos: obras de construção civil em geral, produção de navios em estaleiros, fabricação de grandes transformadores elétricos, produção de aviões de grande porte, restaurantes convencionais, equipamentos e máquinas industriais de grande porte, etc. Esse arranjo tipo posicional, tem uma baixa eficiência, por isso é comum ser utilizado em operações que necessitam de grandes arranjos posicionais para agregação de valor ao produto.

### **Arranjo físico por processo (funcional)**

O arranjo físico por processo é a modalidade de arranjo mais utilizada pelas indústrias de manufatura. Neste, as máquinas de um mesmo tipo são colocadas juntas, constituindo um arranjo típico de especialização por processo, onde as máquinas que realizam um mesmo tipo de operação ficam agrupadas (próximas).

Ocorre uma circulação do produto (fluxo de produção) entre áreas distintas de equipamentos, onde acontece o processamento, o resultado do trabalho vai de um setor para o outro em lotes ou em grupos de itens fabricados. É usado, em geral, esse tipo de arranjo, quando os fluxos que passam pelos setores são variados e ocorrem intermitentemente. Este tipo de arranjo pode trabalhar com diferentes roteiros, tornando-o bastante flexível para a produção.

### **Arranjo físico por produto (linha)**

Nesse tipo de arranjo os postos de trabalho, máquinas e equipamentos são colocados em seqüência lógica das operações que devem ser executadas, não ocorrendo caminhos alternativos. Está caracterizado por ter uma única entrada e uma única saída.

O arranjo físico por produto é o mais indicado para as operações que processam em sua produção grandes volumes de fluxo (produtos em

alto volume de produção). O arranjo físico por produto posiciona os recursos em seqüência das etapas do processo de agregação de valor. É o mais adequado para operações percorridas por um grande volume de fluxo, ou seja, para operações que processam grandes volumes de produtos por meio de uma seqüência similar.

A eficiência deve ser a máxima possível, fazendo com que os custos operacionais tenham que ser baixos, para alcançar as margens desejadas.

### **Arranjo físico celular**

Neste tipo de arranjo, a produção é organizada em células alinhadas em uma seqüência de operações de tal maneira a se obter eficiência produtiva sem perder a flexibilidade de produção.

O objetivo deste tipo de arranjo é produzir diferentes famílias de produtos. Famílias são grupos de produtos com características semelhantes, ou seja, semelhanças geométricas, semelhanças de processo, etc. Uma célula constitui um agrupamento de máquinas dedicado a uma família de produtos com roteiros de produção semelhantes, isto é, que necessitam das operações das mesmas máquinas na mesma seqüência de processamento. O arranjo das máquinas em células permite a redução da área, tornando o espaço fabril menos saturado e mais disponível para futuras expansões da capacidade.

### **Arranjo físico combinado**

Os arranjos físicos combinados correspondem às associações (combinações) de arranjos em função de um determinado processo produtivo. Pode-se ter uma linha constituída de vários arranjos, conforme necessidade de fabricação do produto. Muitas operações ou projetam arranjos físicos mistos, que combinam elementos de alguns ou todos os tipos básicos de arranjo físico ou, alternativamente, usam tipos básicos de arranjo físico de forma “pura” em diferentes partes da operação (SLACK et.al, 1999).

### **Selecionando o tipo de arranjo físico**

Selecionar o tipo adequado de arranjo físico nem sempre é uma tarefa fácil, diversas variáveis devem ser levadas em consideração na hora da escolha. A decisão está baseada nos quatro tipos de arranjos físicos ou a combinação de dois ou mais tipos de arranjos diferentes.

As características de volume de produção, tipo de produto, espaço físico e tipo de operação vão ajudar a definir qual o melhor arranjo físico para cada necessidade em sua particularidade.

Os custos aplicados na escolha dos arranjos podem ser analisados pela Figura 2, onde os

diferentes tipos de arranjos têm características diferentes de custos fixos e variáveis, determinando assim a escolha do tipo de arranjo mais adequado.

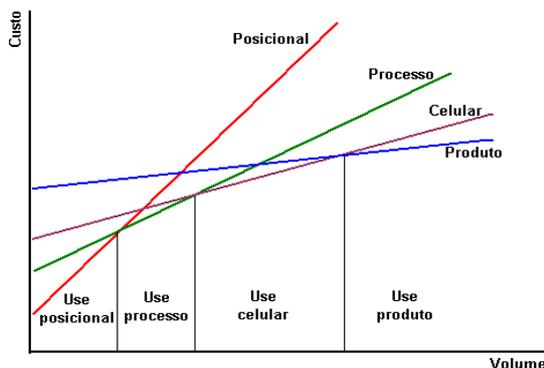


Figura 2 – Tipos básicos de arranjos físicos  
Fonte: SLACK et. al,1999, p.173

### Metodologia

No desenvolvimento do presente trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica exploratória como base para a obtenção de fundamentos teóricos visando evidenciar a importância da escolha apropriada do arranjo produtivo em função da localização da empresa e da capacidade de produção. Em particular, estudou-se o caso de uma indústria de montagem de máquinas e equipamentos, localizada no estado de São Paulo, que obteve redução de perdas de produção significativas em decorrência de mudanças implementadas.

### Resultados e Discussão

Conforme já mencionado, decisões sobre mudanças nos arranjos de produção de empresas estão se tornando mais complexas em função da escolha da localização, da capacidade de produção e do tipo de arranjo físico a ser implementado pela empresa. Estes sofrem a influência de fatores econômicos, políticos, sociais e culturais que mudam ao longo do tempo.

A decisão a ser tomada poderá garantir o sucesso ou fracasso da empresa, fazendo com que a logística tenha um papel fundamental de apoio e suporte físico para a entrada e a saída de matérias-primas, produtos acabados e dos demais recursos de produção.

Para as indústrias de montagem de máquinas e equipamentos, em geral, a escolha da localização e o tipo de arranjo produtivo tornaram-se fatores essenciais para a diferenciação pela redução de custos, principalmente pela proximidade da rede fornecedora e da saída para os canais de distribuição dos produtos.

No estudo desenvolvido, ficou evidente que para a localização de uma indústria de montagem de máquinas e equipamentos deve-se levar em consideração a proximidade de estruturas logísticas de distribuição como rodovias, ferrovias, aerovias e regiões portuárias. Já que facilitam o fluxo do produto acabado e a redução de custos para a entrada dos recursos de produção.

### Conclusão

A escolha da localização, da capacidade produtiva e do tipo de arranjo físico está intimamente associada e representa decisão estratégica para qualquer empresa. Conforme visto, vários fatores interferem nessa decisão, tornando sua escolha complexa e, muitas vezes, recorrente.

A busca constante pelo diferencial competitivo, frente a um mercado, cada vez mais dinâmico, que muda a cada momento a forma de interagir com os meios de produção e os clientes, obriga as organizações a se manterem permanentemente em processo de modernização.

No caso estudado, em que pese algumas vantagens e desvantagens de um tipo de arranjo físico em relação ao outro, o arranjo produtivo para a indústria de máquinas e equipamentos somente poderia ser do tipo posição fixa (posicional). Isto porque, a dimensão (tamanho) e a quantidade dos produtos fabricados, tornam inviável a movimentação dos produtos (obras) em seus processos produtivos, obrigando os recursos materiais e humanos a moverem-se até o produto em contribuição a sua montagem.

### Referências

- CORRÊA, Henrique e CORRÊA, Carlos A. Administração de Produção e Operações. São Paulo: Atlas, 2006.
- MARTINS, Petrônio G. e LAUGENI, Fernando P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2000.
- RITZMAN, Larry P e KRAJEWSKI, Lee J. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pearson, 2007.
- SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, HARLAND, Christine, HARRISON, Alan e JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1999.
- SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart e JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002.